

$$\tau_{\text{сут}} = G_{\text{пр}}^{\text{сут}} / q_{\text{сут}} = 4,34 / (4 \cdot 1028 \cdot 10^{-3}) = 1,06 \text{ ч/сут.}$$

Годовые затраты электроэнергии на работу сепараторов определяются их мощностью и продолжительностью работы. Для сепаратора марки А1-ОЦМ-5:

$$W_{\text{сеп } 1} = 11,5 \cdot 1,91 \cdot 340 = 7468 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год.}$$

Для сепаратора марки В610HGD-34С:

$$W_{\text{сеп } 2} = 7,5 \cdot 1,06 \cdot 340 = 2703 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год.}$$

По этим данным можно рассчитать годовую экономию электроэнергии от замены сепаратора:

$$W_{\text{год.экон}} = W_{\text{сеп } 1} - W_{\text{сеп } 2} = 7468 - 2703 = 4765 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год} = 4,77 \text{ МВт}\cdot\text{ч/год.}$$

По результатам проведенного анализа можно сделать вывод, что годовая экономия электроэнергии от замены сепаратора отечественного производителя с частичной пульсирующей центробежной выгрузкой осадка полузакрытого исполнения марки А1-ОЦМ-5 на более прогрессивный сепаратор с самоочищающимся герметичным барабаном фирмы Альфа-Лаваль (тип сепаратора В610HGD-34С) составит 4,77 МВт·ч, что равно 63,8 % от базового объема потребления электроэнергии на участке сепарации.

#### *Библиографический список*

1. Государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года»: Утв. распоряжением Правительства РФ от 27 декабря 2010 г. № 2446-р.
2. Горбатенко Я., Овчинникова М. Особенности и перспективы энергосбережения в молочной промышленности // Молочная промышленность. 2007. № 6. С. 12.
3. Харитонов В.Д., Евдокимов И.А., Алиева Л.Р. Тенденция развития технологий переработки молока // Молочная промышленность. 2003. № 10. С. 5.
4. Паспорт на сепаратор А1-ОЦМ-5. Березовский: ООО «Ураллат», 2011.
5. Паспорт на сепаратор В610HGD-34С. Березовский: ООО «Ураллат», 2011.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОЖУХОТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПК ANSYS**

*Скворцов И.А., Гусенкова Н.П.*

*Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина, [tevp@tvp.ispu.ru](mailto:tevp@tvp.ispu.ru)*

Теплообменные аппараты (ТА) широко применяются во многих отраслях промышленности. Оптимальная конструкция ТА позволяет снизить его материалоёмкость и повысить энергоэффективность. По этой причине выбор такой конструкции является важной задачей. Наиболее рациональным методом решения обозначенной проблемы является численное моделирование.

В данной работе объектом моделирования является кожухотрубчатый ТА, условное обозначение: 380ТН-Г-6-М8-О-19-5330-1-АЭС.

В работе использовался модуль fluid flow (fluent), конечно-элементного программного комплекса ANSYS. В процессе моделирования были решены следующие задачи:

1. Разработана трехмерная геометрическая модель данного теплообменника, соответствующая реальным параметрам. Построение велось в разделе

«DesingModeler (DM)». В целях уменьшения количества узлов сетки было принято решение рассматривать половину теплообменника, получившуюся при симметричном разрезе (рис. 1).

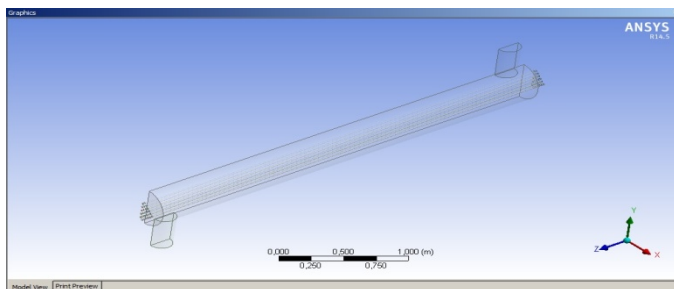


Рис. 1. Построение геометрии в ПК ANSYS

6. Выбрана расчетная сетка типа «cutcell» с минимальным размером 3 мм (рис. 2.).

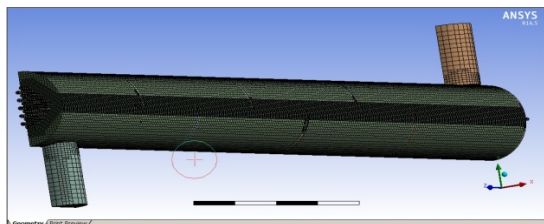


Рис. 2. Построение расчетной сетки

7. Третьим этапом моделирования являлось задание граничных условий и условий протекания процесса (рис. 3).

В раздел «setup» были заданы массовые расходы теплоносителей, температуры теплоносителей на входе, выбрана модель турбулентности (k-epsilon) и заданы идеальные условия теплообмена.

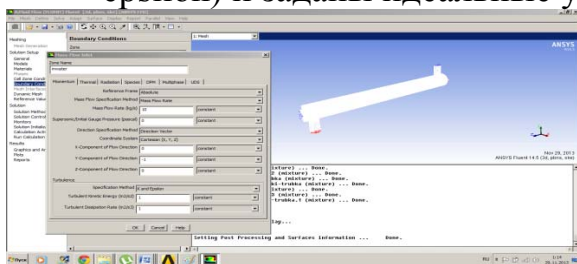


Рис. 3. Задание граничных условий

8. В результате расчета, в разделе «results» можно оценить температурное поле (рис. 4), поле скоростей (рис. 5), поле давлений и пр.

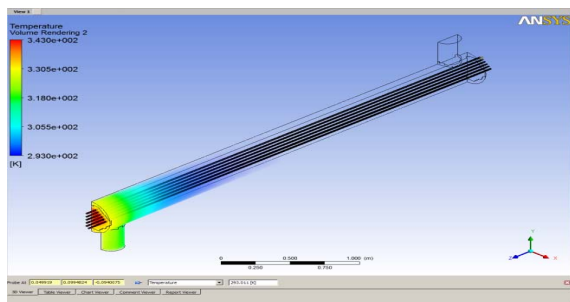


Рис. 4. Поле температур

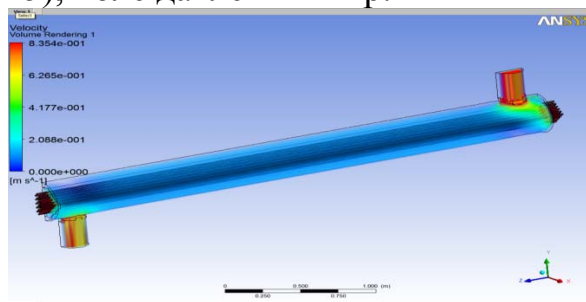


Рис. 5. Поле скоростей

9. В дальнейшем ТА был модифицирован, путем установки турбулизирующих перегородок по ходу движения холодного теплоносителя, результаты моделирования представлены на (рис. 6) и (рис. 7).

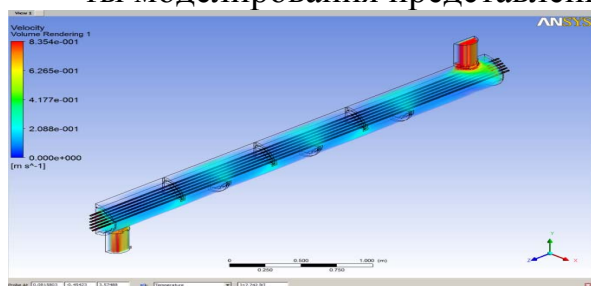


Рис. 6. Поле скоростей

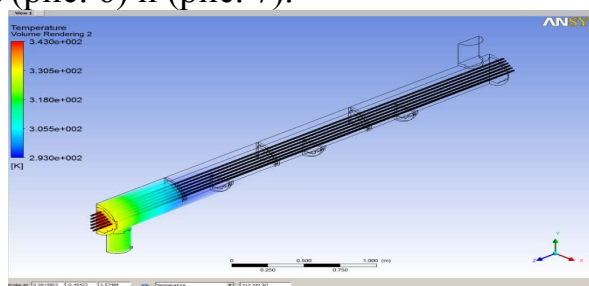


Рис. 7. Поле температур

Анализ результатов проведенного расчета показал, что при установке перегородок повышается энергетическая эффективность ТА вследствие увеличения скорости теплоносителя и, следовательно, увеличения среднего коэффициента теплоотдачи. Таким образом, габаритные размеры ТА могут быть уменьшены при неизменности тепловой мощности аппарата. Это приведет к уменьшению его металлоёмкости и, следовательно, затрат на его производство.

**Вывод.** Программный комплекс ANSYS позволяет существенно ускорить процесс моделирования, расчета и оптимизации ТА по сравнению с инженерными методиками. Разработанная модель может успешно применяться к ряду подобных ТА для выбора их оптимальной конструкции.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ АККУМУЛЯЦИИ СЖАТОГО ВОЗДУХА

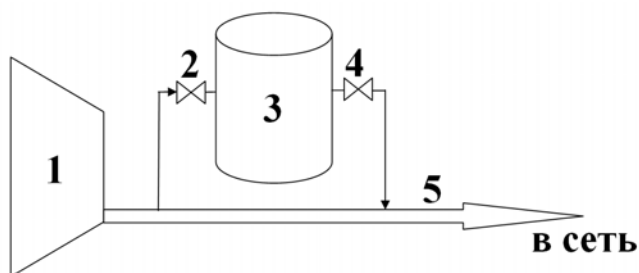
*Слепова И.О., Борисова И.В., Демин Ю.К., Картавцев С.В.  
Магнитогорский государственный технический университет  
[dyomin.ura@yandex.ru](mailto:dyomin.ura@yandex.ru)*

Сжатый воздух нашел широкое применение во многих областях промышленности, только в черной металлургии на его производство тратится 5...7 % от общего расхода энергии на производство основного продукта [1].

При этом работа воздушного компрессора сильно зависит от параметров окружающей среды. Так, поддерживая постоянный объемный расход, компрессорная установка выдает разную массовую производительность в зависимости от температуры атмосферного воздуха, а, следовательно, от его плотности.

Таким образом, имеется разность производительности: ниже в светлое (когда температура атмосферного воздуха выше) и выше в темное (когда температура атмосферного воздуха ниже) время суток. При этом нужно учесть, что тарифы на электроэнергию, идущую на привод компрессора, в ночное время ниже, чем в дневное. Учитывая это, возникает задача выравнивания производительности компрессора, путем аккумуляирования «дешевого» сжатого воздуха в ночное время.

Предложена принципиальная схема аккумуляирования сжатого воздуха (рисунок).



Принципиальная схема  
аккумуляции

На рисунке в ночное время избыточный (по отношению к среднесуточной производительности) сжатый воздух из компрессора (1) через клапан (2) поступает в аккумулятор (3) до тех пор, пока давление в аккумуляторе не станет больше давления сжатого воздуха на выходе из компрессора. Воздух занимает больший объем при более высокой температуре (за счет увеличения плотности), поэтому с